植 物 分 类 学 报 39(3):260~268(2001)
Acta Phytotaxonomica Sinica

三峡大老岭植物区系的垂直梯度分析

[1]沈泽昊 [2]张新时 [3]金义兴
[1](北京大学城市与环境学系 北京 100871) [2](中国科学院植物研究所 北京 100093)
[3](中国科学院武汉植物研究所 武汉 430074)

A vertical gradient analysis of the flora of Dalaoling Mountain in the Three Gorges region, China

[1]SHEN Ze-Hao [2]ZHANG Xin-Shi [3]JIN Yi-Xing
[1](*Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University*, Beijing 100871)
[2](*Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093)
[3](*Wuhan Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences*, Wuhan 430074)

Abstract To explore its floristic compositional characteristics, and the ecological significance of the vertical gradient pattern of the Dalaoling Mountain flora in the Three Gorges region, China, this flora was investigated along a vertical vegetation transect. The structural characteristics of the flora and the altitudinal distribution pattern of its floristic components were analyzed, the floristic equilibrium point (FEP) was detected, and the effects of the mountain climate on the vertical variation of floristic composition were studied using clustering method. The results are summarized as follows: 1) The flora of Dalaoling Mountain is of a temperate nature in floristic composition, with a high endemism in Eastern-Asian and Chinese elements, but exhibits some historical connections with tropical flora. 2) The areal-types of the genera are tropical, temperate, Mediterranean to Central Asian and Eastern Asian. The vertical distribution patterns of the 4 types are different from each other. The floristic equilibrium point between the tropical elements and the temperate ones is roughly located at the altitude of 650 m. 3) The clustering analysis of the floristic composition and the species number of the genera showed that the vertical distribution pattern of floristic elements and species number of the genera corresponds with that of the mountain climate and vertical vegetation spectrum.
Key words Dalaoling Mountain in the Three Gorges region; Floristic analysis; Geographical elements; Vertical gradient; Quantitative classification

摘要 为探讨山地植物区系构成特征及其垂直梯度的生态意义,根据对三峡大老岭地区植被垂直样带调查获得的植物区系资料,分析了该地区植物区系成分构成的基本特征及其随海拔梯度的变化趋势,寻找了区系平衡点的位置;并利用聚类方法分析了山地气候垂直分异对区系成分构成的影响。结果表明:①大老岭植物区系具有温带性质,但仍反映了与热带区系的历史联系,有强烈的区域性;②属的分布区类型可归为热带分布、温带分布、地中海-中亚中心和东亚中心4组,各组区系成分的垂直梯度特征不同;热带、亚热带成分与温带成分的平衡点大致位于海拔650 m;③区系成分构成和属的物种数量构成的聚类分析结果一致显示了植物区系构成与山地气候和植被垂直带相对应的格局。
关键词 三峡大老岭;植物区系分析;地理成分;垂直梯度;数量分类

植物分布区理论认为物种分布区的形成是物种形成过程的空间反映(托尔马乔夫著,

1998-11-10 收稿,2001-02-15 收修改稿。
基金项目:三峡工程环境补偿项目(1-03-02-03-02)和中国科学院植物研究所植被数量生态开放研究室基金资助(LP9509)。

李锡文，宣淑洁译，1965)。一个地区内全部的植物种类构成其植物区系，因此植物区系的形成蕴含着大量的历史、地理和生物系统演化信息(路安民，1999；王荷生，1992)。具有不同起源、亲缘关系、地理分布的各种植物区系成分的共存，不仅是物种迁移、系统分化等历史过程积累的结果，现代生态环境及其异质性格局带来的多样化生存空间也是其必不可少的形成原因之一。

山地往往在景观尺度浓缩了跨越地带的环境梯度，在此范围内的地质历史、环境变迁相对一致，物种迁移几乎没有障碍，可以沿海拔梯度充分扩散填充潜在生态位，因此，现代生态环境对植物区系格局的现状具有决定性的影响，它是研究不同植物区系成分环境适应性的理想场所。彭华(1996)关于云南无量山种子植物区系的垂直梯度分析和区系平衡点的推测与解释，反映了山地中尺度上植物区系的构成对环境梯度的响应。本研究在三峡地区大老岭植被区系的定位调查基础上，探讨植物区系成分，尤其是地理成分的垂直梯度分布及植物区系成分的构成与环境梯度之间的关系。

1 研究区域地理概况

大老岭位于湖北宜昌，长江三峡之西陵峡北岸，约东经110°52′～111°01′，北纬31°01′～31°08′，距三峡水库大坝45 km。大老岭属大巴山系东端之荆山余脉；自中生代燕山运动成陆以来，至今仍处在抬升过程中。以中上元古界酸性结晶岩为主的地质基础形成陡峭的中山峡谷地貌，大致以海拔2005.4 m的主峰天柱山为中心，呈斗笠状向四周降低(吴金清等，1996)。

大老岭地处中亚热带北缘，为亚热带湿润季风气候。又由于北面的秦岭、大巴山脉削弱了冬季寒流，川东和鄂西南诸山脉对南来暖湿气流的阻截，及中山地形的增雨和降温作用，气候表现出以下特点：1)冬季温暖，并具深厚的逆温层。据海拔75 m的太平溪气象站近20年观测资料，多年均温16.7℃，7月均温27.3℃，1月均温5.5℃，多年平均最低温－2.0℃。2)年平均降水量1000～1500 mm。春、夏季降水丰沛，分别占总量的25.6%和43.9%；秋季占18.1%，冬季占12.4%。峡谷低地为雨影区，降水量少于山上。3)山地气候垂直变化明显，河谷为典型的亚热带气候，到山顶附近变为类似山地暖温带的气候。海拔每上升100 m，气温降低0.4～0.6℃，大于等于10℃积温减少150～160℃，降水量增加10～15 mm；中山气候凉湿，风大，多云雾；年均空气相对湿度83.5%。

大老岭地区地带性土壤为红壤，分布于海拔800～1200 m左右，并变为山地黄壤；海拔960～1600 m地段为山地黄棕壤；海拔1600～2005 m为山地棕壤。海拔1000～1200 m以下分布有水稻土。区内基岩主要是花岗岩，故土壤层较深厚，但质地较粗，易于流失。

三峡地区较强烈的人为活动一般达到海拔1500 m以上，但在大老岭，海拔1000 m以上即属宜昌市大老岭国家森林公园管辖，故植被现状相对较好。据我们1995～1997年的野外植被调查，这一地区海拔800～1000 m以下为常绿阔叶林带，沿沟谷可上升至海拔1300 m左右，但目前常绿阔叶林群落仅有少量片段残存于偏远沟谷，普遍为次生的以栓皮栎 *Quercus variabilis*、枹栎 *Quercus serrata*、短柄枹栎 *Quercus serrata* var. *brevipetiolata*、茅栗 *Castanea seguinii* 和化香 *Platycarya strobilacea* 等占优势的落叶杂木林和马尾松 *Pinus massoniana*、杉木 *Cunninghamia lanceolata* 林等。海拔1000～1700 m为群落类型丰富、结构复杂

的山地常绿、落叶针阔混交林带。海拔1700~2000 m主要是米心水青冈 *Fagus engleriana* 林、亮叶水青冈 *Fagus pashanica* 林、锐齿槲栎 *Quercus aliena* var. *acuteserrata* 林、茅栗林等落叶阔叶林类,和小片山地常绿硬叶林、铁杉 *Tsuga chinensis* 林等(沈泽昊等,2000)。大老岭地区的植被与生态环境及其垂直梯度变化在三峡地区很有代表性。

2 研究内容和方法

2.1 分析内容

统计大老岭植物区系基本构成和科、属的分布区类型[按吴征镒(1991)的分类体系]。

2.1.1 区系地理成分的梯度分布和区系平衡点

统计各海拔高度段的蕨类植物属占全部属的百分比(T0)、种子植物世界分布属占全部属的百分比(T1)、其他分布区类型的属数占除世界分布型外其他属数总和的百分比(T2~T15)、热带分布属与温带分布属数之比(T_r/T_w)、中国-日本分布与中国-喜马拉雅分布属数之比(T14-2/T14-1);计算热带、亚热带分布属与温带分布属的比值。

2.1.2 区系成分的数量分类

分别采用属的种类构成和属的分布区类型构成数据进行不同海拔高度段植物区系及其地理成分构成的聚类分析,以寻找大老岭地区气候-植被垂直地带划分的区系证据。

2.2 取样和计算方法

2.2.1 取样方法

对大老岭地区山地植被的垂直样带研究,是从大老岭南、西、北三面从海拔400 m处开始到海拔2005.4 m的天柱山顶峰。以海拔50 m为间隔,作基本面积为20 m×20 m的样方调查,从而获取海拔400~2000 m之间出现的植物种类,并根据吴金清等(1996)在大老岭地区海拔1000 m以上地区所采集的标本加以补充。调查区域范围在150 km^2 以上。

由于环境空间异质性的强烈影响,植物种类的数量与调查的面积和包含的生境异质性有直接的关系。考虑到本文分析的资料是基于样方调查得出的,所以将大老岭不同坡面相同海拔高度段的样方结合起来分析。由于大老岭地区地形复杂,海拔100 m的高差所形成的热量梯度并不超过同海拔不同地形带来的差异,所以对样方的物种资料以海拔200 m为单位统计,并以海拔100 m为单位作滑动平均,以缩小不同地段样方地形差异带来的偏差。

2.2.2 计算方法

分别采用欧氏距离的平方和Pearson相似性系数r来度量各海拔段区系构成或区系地理成分构成的相似性。采用数量分类常用的最长距离法(complete linkage)和加权配对算术平均法(weighted pair-group average)进行聚类(徐克学,1994)。计算公式如下:

最长距离法:$d_{ir} = \mathrm{Max}\ (d_{ip},\ d_{iq})$

加权配对算术平均法:$d_{ir} = ((n_p/n_r)d_{ip}{}^2 + (n_q/n_r)\ d_{iq}{}^2\text{-}(\ n_p\ n_q/n_r{}^2)d_{pq}{}^2)^{1/2}$

其中 d_{ip}、d_{iq}是类群p、q与已知类群i的距离;d_{pq}是类群p、q间的距离;d_{ir}是类群p、q合并而成的r与已知类群i的距离。n_p、n_q、n_r 分别为p、q、r类群所含的个体数。

聚类分析利用通用统计软件STATISTICA中的聚类分析模块计算完成。

3 研究结果

3.1 植物区系的基本构成

区系和植被调查中初步得到160科521属1212种维管束植物(含种以下等级)。包括蕨类植物23科49属107种,裸子植物6科10属13种,被子植物131科462属1092种。

按所含属数,将全部科分为大科(含20属以上)3个、较大科(11~20属)5个、中等科(6~10属)13个、小科(2~5属)61个和单属科(该科在本地仅见1属)78个。

3个大科为蔷薇科 Rosaceae(26属/85种,下同)、禾本科 Gramineae(26/32)、菊科 Compositae(25/62);5个较大科是百合科 Liliaceae(19/35)、蝶形花科 Papilionaceae(16/32)、伞形科 Umbelliferae(14/23)、唇形科 Labiatae(13/20)、毛茛科 Ranunculaceae(11/33);13中等科包括水龙骨科 Polypodiaceae(10/23)、大戟科 Euphorbiaceae(10/12)、蹄盖蕨科 Athyriaceae(9/17)、兰科 Orchidaceae(9/13)、荨麻科 Urticaceae(8/25)、樟科 Lauraceae(8/25)、绣球花科 Hydrangeaceae(7/19)、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae(6/31)、壳斗科 Fagaceae(6/24)、芸香科 Rutaceae(6/14)、虎耳草科 Saxifragaceae(6/12)、五加科 Araliaceae(6/11)、玄参科 Scrophulariaceae(6/6)。

这些大科都是世界分布的,较大科和中等科中世界性的有3个,泛热带分布的有8个,另有北温带分布和全温带分布各2科。在科一级上热带分布类型与温带类型的比值为1:0.797,反映了本地植物区系受热带植物区系的深刻影响。

又根据所含的种数,将全部属分为大属(含11~20种)、中等属(6~10种)、小属(2~5种)和单种属(即该属在本地仅见1种)。

本地区的大属有13个,为苔草属(*Carex*/20种,下同)、菝葜属(*Smilax*/17)、鳞毛蕨属(*Dryopteris*/17)、悬钩子属(*Rubus*/16)、槭属(*Acer*/16)、冬青属(*Ilex*/14)、卫矛属(*Euonymus*/13)、忍冬属(*Lonicera*/13)、铁线莲属(*Clematis*/12)、荚蒾属(*Viburnum*/12)、堇菜属(*Viola*/12)、蓼属(*Polygonum*/11)、珍珠菜属(*Lysimachia*/11);中等属35个,包括栎属(*Quercus*/10)、蔷薇属(*Rosa*/9)、山胡椒属(*Lindera*/9)、胡颓子属(*Elaeagnus*/9)、稠李属(*Padus*/8)、鼠李属(*Rhamnus*/8)、胡枝子属(*Lespedeza*/8)、绣球属(*Hydrangea*/8)、风毛菊属(*Saussurea*/8)、猕猴桃属(*Actinidia*/8)、薯蓣属(*Dioscorea*/8)、冷水花属(*Pilea*/7)、栒子属(*Cotoneaster*/7)、黄精属(*Polygonatum*/7)、木姜子属(*Litsea*/7)、蟹甲草属(*Cacalia*/7)、细辛属(*Asarum*/7)、败酱属(*Patrinia*/7)、金丝桃属(*Hypericum*/7)、楼梯草属(*Elatostema*/6)、椴树属(*Tilia*/6)、绣线菊属(*Spiraea*/6)、花楸属(*Sorbus*/6)、唐松草属(*Thalictrum*/6)、凤尾蕨属(*Pteris*/6)、白蜡树属(*Fraxinus*/6)、杜鹃花属(*Rhododendron*/6)、耳蕨属(*Polystichum*/6)、景天属(*Sedum*/6)、山茱萸属(*Cornus*/6)、蹄盖蕨属(*Athyrium*/6)、苎麻属(*Boehmeria*/6)、桃叶珊瑚属(*Aucuba*/6)、泡花树属(*Meliosma*/6)、凤仙花属(*Impatiens*/6);另有小属153个以及319个单种属。

统计种子植物属中各分布区类型的比重,各热带分布类型与温带分布类型属数的比值为 $T_r/T_w = 1:1.842$。显然,在属一级,温带分布诸类对整个区系的贡献远大于热带植物区系。

从科、属水平的统计结果来看,大老岭地区植物区系及其地理成分的构成特征是:①大老岭地区的植物区系以温带性质为主;②在科的水平上泛热带分布的比例居于首位;但

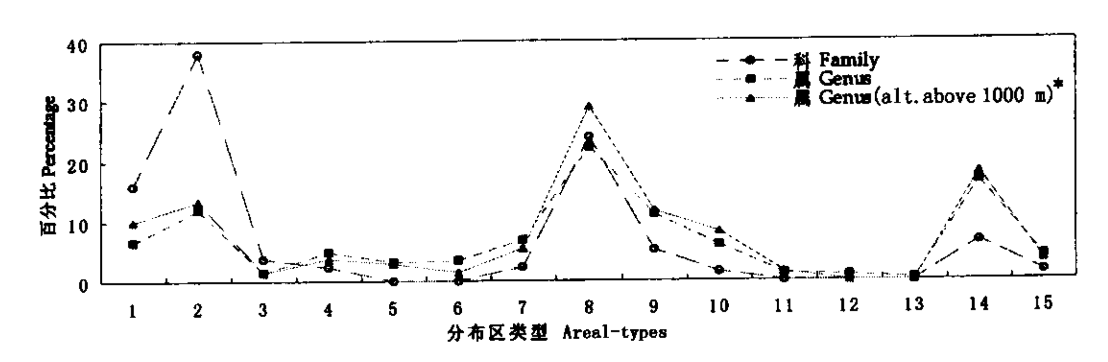


图1 大老岭种子植物区系科、属水平上15种分布区类型的百分比构成 1. 世界分布；2. 泛热带分布；3. 热带亚洲和热带美洲间断分布；4. 旧世界热带分布；5. 热带亚洲至热带大洋洲分布；6. 热带亚洲至热带非洲分布；7. 热带亚洲(印度-马来西亚)分布；8. 北温带分布；9. 东亚和北美间断分布；10. 旧世界温带分布；11. 温带亚洲分布；12. 地中海、西亚至中亚分布；13. 中亚分布；14. 东亚分布：14-1. 中国-喜马拉雅分布，14-2. 中国-日本分布；15. 中国特有分布(* 海拔1000 m以上地段的数据根据吴金清等,1996)

Fig.1 The percent composition of 15 areal-types on the levels of genus and family of the seed plant flora at Dalaoling Mt. 1. Cosmopolitan; 2. Pantropic; 3. Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted; 4. Old World Tropics; 5. Tropical Asia & Trop. Australasia; 6. Trop. Asia to Trop. Africa; 7. Trop. Asia(Indo-Malesia); 8. North Temperate; 9. E. Asia & N. Amer. disjuncted; 10. Old World Temperate; 11. Temp. Asia; 12. Mediterranea, W. Asia to C. Asia; 13. Central Asia; 14. East Asia: 14-1. Sino-Himalaya, 14-2. Sino-Japan; 15. Endemic to China. (* The data comes from Wu *et al.*, 1996)

在属的水平上北温带分布型、东亚分布型和泛热带型占有突出的地位，表现出与东亚区系密切的共性；③属于东亚分布型中的中国-日本和中国-喜马拉雅分布两个亚型的属数之比大约为2:1，反映了与日本区系的联系明显较强。在中国植物区系区划中，华中植物区系地区是上述两个分布亚型的过渡区。由此判断，大老岭地区处在华中植物区系地区的东部。上述分析结果与吴金清等(1996)对大老岭海拔1000 m以上地段植物区系的研究结果基本一致。

将整个区域15个分布区类型的科、属百分比以及吴金清对大老岭海拔1000 m以上地段的调查结果作一比较得图1。科与属之间的比较反映，科一级的分布区类型更集中在泛热带分布、北温带分布、世界分布上，中等区域区系的影响以东亚最为突出；属一级上，温带分布诸类的比重更大一些，尤其是东亚分布的地位更高。海拔1000 m以上的区系结构与区域整体显然是一致的，只是热带分布诸类比例更低而温带诸类的比例更高。

3.2 区系成分的梯度分析

植物区系中的地理成分不仅反映了区系与全球各地植物区系的历史渊源和相互影响，也是对当地环境(主要是气候)条件的一种表征。为了检验这种相关性对亚热带山地垂直梯度的响应，分段统计各个海拔高度种子植物属各分布区类型的属数，在图2中反映了大老岭地区种子植物属的不同地理分布区类型所占的比例在海拔梯度上的分布格局。结果表明：

a) 在大老岭地区区系中占有重要地位的泛热带分布(T2)、北温带分布(T8)、和东亚分布(T14)分别表现了不同的梯度格局。T2随海拔上升而减小，T8则增加，分别反映了与其属性相吻合的趋势；T14的整体变化趋势不显著，仅在海拔800～1300 m和1500～1800 m两段各有一次微弱的上升过程。

b) 热带分布诸类T2～T7沿海拔梯度的分布特点有较大的区别。但基本一致的是，在海拔800～1100 m之间各类都有不同程度的随海拔上升而增加的趋势，海拔1200～

1400 m 以上才基本走向下行。这个现象可能与低海拔地段人为干扰强度大有关，原生的热带性成分被破坏，而为更新繁殖能力极强的温性落叶种类所侵人替代。同时 T4、T5 的比例分别在中部崛起，而比例最小的热带亚洲-热带美洲基本没有反映出明显的梯度趋势。

c) 旧世界温带(T10)分布属的比例基本沿海拔梯度而上行，温带亚洲分布(T11)属却在山地中段最高。与干旱环境有着深远联系的 T12、T13 基本只见于低海拔的河谷地带，看来三峡地区河谷低地干热的气候在植物区系结构上已有了反映。

d) 东亚组诸类是本地植物区系中富有特色的成分，中国特有属(T15)的比例在海拔 900 ~ 1100 m 和 1600 ~ 1800 m 先后出现两次峰值，东亚属(T14)在 900 ~ 1300 m 和 1600 m 以上取值较高，总体上有上行的趋势。东亚-北美分布的 T9 在低海拔取得一次峰值，后自海拔 800 m 以上基本上行，与 T14 表现了温带的性质。

e) 世界分布属(T1)基本沿海拔梯度上升而增加；而蕨类植物属的比例总体上沿海拔梯度上升而下降。分别表现了各自与温带和热带区系的密切联系。

f) 中国-日本分布属(T14-2)与中国-喜马拉雅分布属(T14-1)的比值大体随海拔上升而减小，反映低海拔受日本植物区系的影响更大；而由于第三纪末喜马拉雅运动期间，中国西南至华中地区发生不同程度的同步抬升，因此中国-喜马拉雅植物区系更多沿高海拔段向东扩张。这种区系联系在植被上也有所反映，如西南广布的铁杉林、山地硬叶常绿阔叶林也在本地中高海拔得到发展。但是在海拔 1500 ~ 1700 m 段又有一个峰值，可能与山地常绿落叶针阔叶混交林的上缘的存在有一定的关系。

g) 热带分布与温带属数分布之比(T_r/T_w)，即使在低海拔常绿阔叶林地带也小于 1；并沿海拔梯度稳定下降。这种现状除了本地地理位置造成热量的限制外，显然与人为干扰的影响还有某种程度的关系。选择海拔 1000 m 以下 7 个残存的沟谷常绿阔叶林群落和次生混交林群落，作每个群落全部种子植物属的分布区类型统计，它们的地形状况和区系中热带分布与温带分布属数的比值见表 1。

表 1　低海拔几个群落及其区系 T_r/T_w 值的比较

Table 1　Comparison of several forest communities at low elevations and their T_r/T_w ratio

群落类型 Community type	T_r/T_w *	海拔(m) Elevation	坡向 Exposure	小地形 Micro-topography
青冈栎林 *Cyclobalanopsis glauca* forest	1.153	640	W	谷底侧坡 Slope at valley bottom
青冈栎林 *C. glauca* forest	0.917	650	N	坡足侧坡 Slope at hill foot
丝栗栲林 *Castanopsis fargesii* forest	1.143	670	S	沟谷侧坡 Slope at valley
宜昌润楠林 *Machilus ichangensis* forest	0.333	900	W	谷底侧坡 Slope at valley bottom
锥栗-毛豺皮樟林 *Castanea henryi-Litsea coreana* var. *lanuginosa* forest	0.704	1370	W	谷底侧坡 Slope at valley bottom
马尾松-茅栗林 *Pinus massoniana-C. seguinii* forest	0.571	450	S	坡足侧坡 Slope at hill foot
板栗-马尾松林 *C. mollisima-P. massoniana* forest	0.812	550	N	坡足侧坡 Slope at hill foot

* T_r/T_w：热带、亚热带属数与温带属数之比。

T_r/T_w: The ratio of the number of tropical and subtropical genera to the number of temperate genera.

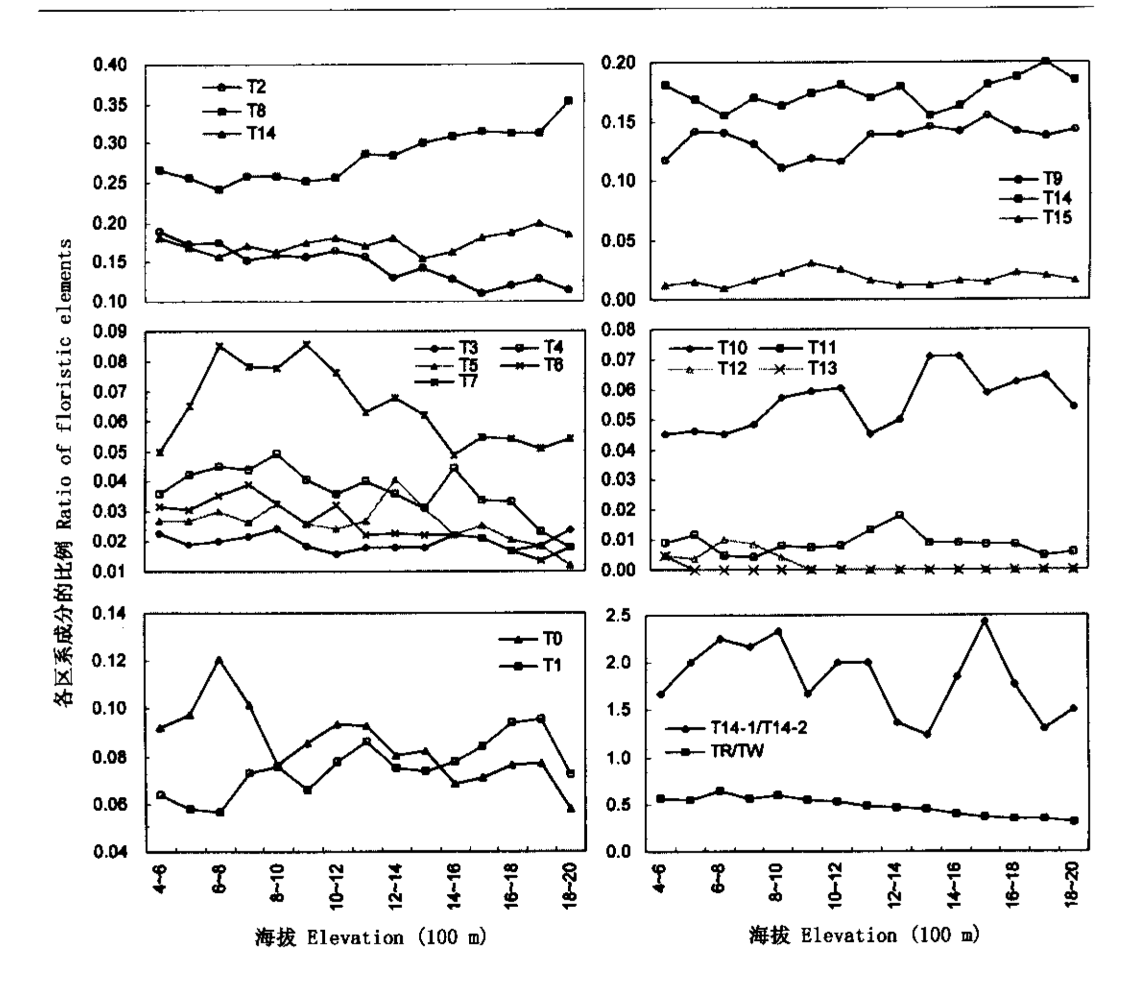


图2 大老岭种子植物区系中各地理成分的垂直梯度分布

T1～T15:见图1; T0:蕨类植物属占全部属数的百分比; T_r/T_w:热带、亚热带属数与温带属数之比

Fig.2 The vertical distribution of the geographical elements of the flora of Dalaoling Mt.

T1～T15: As in Fig.1; T0: The percentage of fern genera in the total; T_r/T_w: The ratio of the number of tropical and subtropical genera to the number of temperate genera.

根据表1,海拔高度无疑对 T_r/T_w 值具有决定性的影响,本地的区系平衡线大约在海拔650 m附近。同时图2所表示的各条曲线在总体趋势之外表现出不同程度波动起伏,显然不同地形部位的水热条件有明显的差异。另外表1反映人为活动不仅改变群落结构,也相应地能够改变小生境的条件。这些影响显然对群落的区系结构带来了显著的改变。有关中尺度气候(海拔变化)、局部气候(与小地形因子有关)和人为干扰活动等方面对群落区系结构(尤其是地理成分)的影响将另文探讨。

3.3 海拔梯度上植物区系的聚类分析

对不同分布区类型的属数沿海拔梯度的数量变化的分析结果,明显反映了植物区系地理成分结构的梯度变化。这意味着植物区系成分的结构差异可以被用来探测热量梯度上植物构成的变化程度。在此尝试用各海拔段上属的分布区类型所包含的属数和大老岭全部种子植物属所包含的种数对15个海拔高度段进行系统聚类。以识别沿梯度变化的

断点。即:是否存在亚热带常绿阔叶林基带、山地常绿落叶针阔混交林带以及山地落叶阔叶林带的分界线;它们三者之间的相对近似程度,以及三带划分的海拔高度。

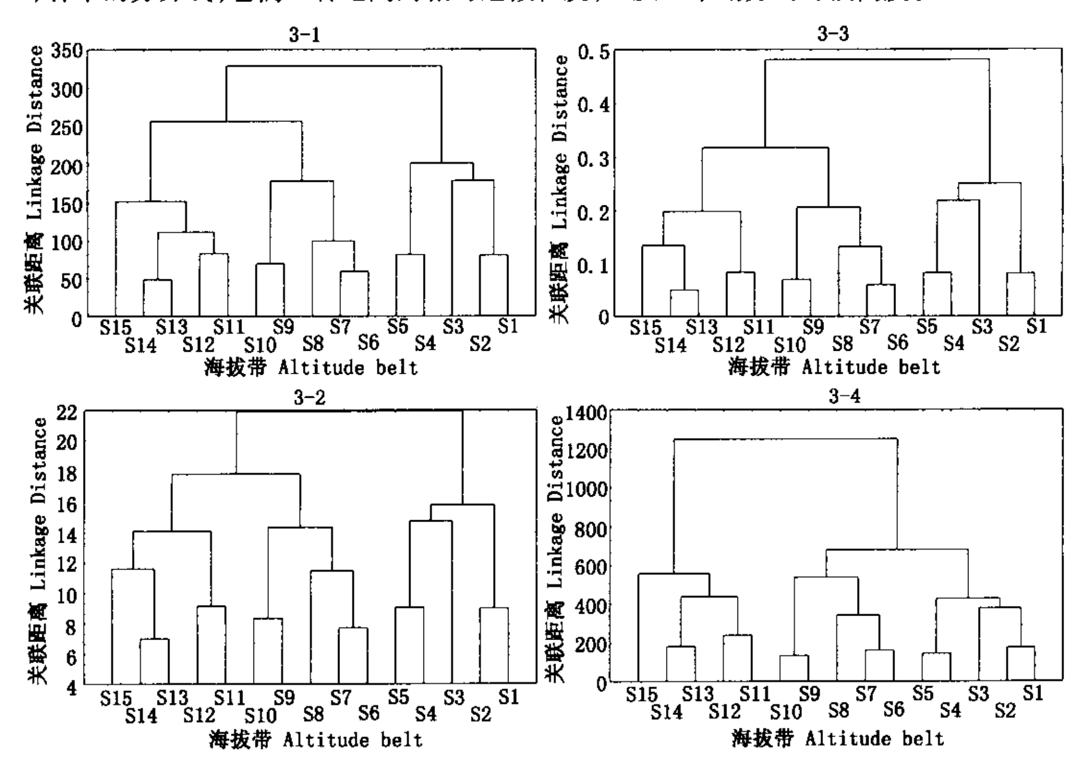


图 3 基于不同数据和分类方法的大老岭 15 个海拔带植物区系聚类图
3-1, 3-2: 基于全部属的种类构成; 3-3, 3-4: 基于全部属的分布区类型构成; 3-1, 3-3: 采用 Pearson 相似系数 r 和加权配对算术平均法; 3-2, 3-4: 采用欧氏距离平方和最长距离法. S1 ~ S15: 从海拔 500 ~ 2000 m, 高差间隔海拔 100 m 的垂直带

Fig.3 Floristic dendrograms of 15 altitude belts of Dalaoling Mt. obtained by using different data and clustering methods. 3-1, 3-2: Based on the species composition of all genera; 3-3, 3-4: Based on the areal-type composition of all genera. 3-1, 3-3: Using Pearson correlation coefficients and weighted pair-group average method; 3-2, 3-4: Using squared Euclidean distance and complete linkage method. S1 ~ S15: The vertical belts from alt. 500 ~ 2000 m with an altitudinal interval of 100 m.

分别以 500 个种子植物属在各海拔段所含的种数(图 3-1,图 3-2),和以种子植物属的 15 个分布区类型在各海拔段所含的种数聚类(图 3-3,图 3-4),用不同的聚类方法得到不同的结果。

a) 对两种数据采取不同聚类方法的分析结果基本一致。首先都强调 S5/S6,即海拔 900 ~ 1000 m 之间区系分界线的重要性,这恰好划分了典型的亚热带常绿阔叶林基带和山地常绿落叶阔叶混交林带,反映了区系结构与植被类型之间相当吻合的对应性。

b) 其次,都从海拔 1400 ~ 1500 m 之间将山地常绿落叶阔叶混交林分成两部分。从野外观察来看,该带下部分布有以常绿阔叶树种占优势的群落片段,而其上只有含常绿树种的落叶阔叶林分布,与文献通常所划分的常绿落叶阔叶混交林和含常绿阔叶树种的落叶阔叶林两个亚带吻合。

c) 几种分类方案在不同程度上反映了海拔 1800 m 以上的山顶带区系的不同。这可能反映在常绿种类基本缺失、草本植物种类较多等方面,与山顶小气候造成的植被变化有

关。对上述几带内部的相似关系的判别结果略有差异。

比较上述分类结果可以看出,海拔梯度的变化对植物区系结构的影响十分明显。使用植物区系结构来反映垂直植被带的分异结果很准确。

4 结 论

对大老岭维管束植物区系结构及其区系成分的垂直格局的分析可得出以下结论。

4.1 大老岭植物区系整体上属温带性质,但仍反映了与热带区系的历史联系,东亚和中国特有性成分突出;区系位置上处于华中区系地区的东部。

4.2 根据垂直梯度特征的不同,属的分布区类型可分为热带分布、温带分布、地中海-中亚中心和东亚中心4组。其中热带成分的比例随海拔上升而减少;温带成分趋势相反;东亚、东亚-北美和中国特有成分的比例分别在山地中部取得峰值;地中海-中亚中心的成分仅少量分布在较干热的河谷地段。热带、亚热带区系成分与温带成分的平衡点大致位于海拔650 m。

4.3 属的地理成分构成和物种数量构成的聚类分析一致显示,海拔900~1000 m和1400~1500 m为两个区系界线,与气候垂直梯度和植被的垂直地带性分异有较好的对应关系。

参 考 文 献

托尔马乔夫 A.И.著,李锡文,宣淑洁译,1965. 分布区学说原理. 北京:科学出版社

王荷生,1992. 植物区系地理.北京:科学出版社

徐克学,1994. 数量分类学.北京:科学出版社

Lu A-M(路安民) ed, 1999. The Geography of Spermatophytic Families and Genera. Beijing: Science Press

Mclaughlin S P, 1994. Floristic plant geography——The classification of floristic areas and floristic elements. Progress in Physical Geography, 18 (2): 185~208

Peng H(彭华), 1996. The floristic equilibrium point of seed plants in Mt. Wuliangshan. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 18(4):385~397

Shen Z-H(沈泽昊), Jin Y-X(金义兴), Zhao Z-E(赵子恩) *et al.*, 2000. A study on the quantitative classification of forest communities of Dalaoling region at the Three Gorges. J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究), 18 (2): 99~108

Wu J-Q(吴金清), Zheng Z(郑重), Jin Y-X(金义兴), 1996. Studies on the flora of seed plants in Dalaoling. J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究), 14(4):309~317

Wu Z-Y(吴征镒), 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), Supp. Ⅳ:1~139

(责任编辑 白羽红)